

Der Einfluß der sogenannten Kreislauftrainingskur auf die zeitliche Herzdynamik

von

Herbert Galster

aus

Nürnberg

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Der Einfluß der sogenannten Kreislauftrainingskur auf die zeitliche Herzdynamik

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt
von
Herbert Galster
aus
Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly

Referat: Priv.-Doz. Dr. E. Lang

Korreferat: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 22.8.1972

Herrn Prof. Dr. C. Korth danke ich für die freundliche Übernahme des Referates.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. E. Lang gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas und für seine Bereitschaft, mich jederzeit zu unterstützen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
I. Versuchspersonen und Methoden	3
II. Statistische Methoden	9
III. Ergebnisse und Diskussion	11
Von uns erwartete Ergebnisse	11
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Diastolendauer	12
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Austreibungszeit	16
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Anspannungszeit	20
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Frequenz	24
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf Umformungszeit und Druckanstiegszeit	28
Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf den Quotienten S/A und den Quotienten pd/DAZ	31
Tabellen zu den untersuchten Parametern	34
Die prozentualen Veränderungen der an- geführten Parameter	43
Abschließende Wertung	47
Zusammenfassung	50
Literaturverzeichnis	52

Der Einfluß der sogenannten Kreislauftrainingskur auf
die zeitliche Herzdynamik

Der Lebensrhythmus unserer Industrie- und Konsumgesellschaft hat dazu geführt, daß immer mehr Menschen Belastungen ausgesetzt sind, die das "Auftreten von Altersveränderungen vor allem am Herz- und Kreislaufsystem begünstigen" (DREWS). Dazu gehören beispielsweise Bewegungsarmut, Über- und Fehlernährung sowie Überlastung im Beruf. Auf der einen Seite steht eine "nervöse Übertüchtigkeit" (BECKMANN), die eine ganze Reihe vegetativer und funktioneller Schäden des Kreislaufs hervorruft, auf der anderen Seite der Bewegungsmangel als Folge der Zunahme "sitzender Tätigkeiten" und einer immer bequemeren Lebensweise, der zu einem "Verlust der cardiopulmonalen Leistungsbreite und der Atmungsarbeit" (PHILIPPEN) führt.

Für den Personenkreis, auf den diese Erscheinungen zutreffen, ist in den letzten Jahren eine besondere Art einer Trainingskur entwickelt worden, die KIRCHHOFF als "interne Übungsbehandlung" bezeichnet.

Die Zahl der Anhänger dieser Kuren hat inzwischen zwar stark zugenommen, sie steht aber "in keinem Verhältnis zu der kleinen Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen, in denen der Versuch gemacht wird, die Wirkung einer derartigen Kur auf den gesunden oder kranken Menschen zu objektivieren" (BLOHMKE).

Geht man nun davon aus, daß von einer Herzfunktionsprüfung Aufschluß über die Leistungsfähigkeit des Herzens erwartet werden kann, dann erfüllt die Mes-

sung der zeitlichen Herzdynamik durchaus diese Forderung, indem sie den zeitlichen Ablauf der mechanischen Arbeit und eine eventuell veränderte Arbeitsweise des Herzens erkennen läßt.

Das Verhalten der zeitlichen Herzdynamik bei untrainierten und trainierten Personen wurde bereits eingehend von MELLEROWICZ und MILLAHN untersucht. Von diesen Untersuchungen unterscheidet sich die Problemstellung der folgenden Arbeit im wesentlichen dadurch, daß sich die untersuchten Personen nicht einem ausschließlich sportlichen Training unterzogen, das die für eine cardiovaskuläre therapeutische Wirkung notwendige Herzfrequenz von 130/min bis 150/min erreicht (SCHMIDT), sondern an einem Trainingsprogramm teilnahmen, das mannigfaltige differente und indifferente Faktoren beinhaltete. BECKMANN spricht daher von einer Art "psycho-physischem Retraining", das neben der Bewegungsbehandlung auch Entspannung ermöglichen soll.

Versuchspersonen und Methoden

Die Untersuchungen wurden an 57 Männern durchgeführt, deren Alter zwischen 29 und 58 Jahren lag (Tabelle II). Die untersuchten Personen begleiteten im Berufsleben zum größten Teil leitende Positionen und übten eine sitzende Tätigkeit aus, wie z.B. Industriekaufleute, Ingenieure und Diplomingenieure. Alle Probanden waren Angehörige eines großen Industriekonzerns.

Durchschnittliche Größe und durchschnittliches Körpergewicht können ebenfalls der Tabelle II entnommen werden.

Organisch bedingte Herz- und Kreislauferkrankungen konnten durch eine eingehende klinische Untersuchung ausgeschlossen werden.

Nach dem Ausmaß ihrer sportlichen Betätigung im Alltag teilten wir die Untersuchten in folgende Leistungsgruppen ein:

Gruppe I: Regelmäßig Sporttreibende

Gruppe II: Gelegentlich Sporttreibende

Gruppe III: Normokinetisch Gesunde.

Die Kreislauftrainingskur wurde im Januar 1970 in einem Gebirgsdorf bei Garmisch in 635 m Höhe durchgeführt und dauerte vier Wochen. Mit Ausnahme des Mittwoch- und Samstagnachmittags sowie des Sonntags wurde täglich geübt. Das Kurprogramm, das für alle Leistungsgruppen gleich war, umfaßte Gruppengymnastik, Liegekur, chiropraktische Maßnahmen, Muskel-

training mit Baligeräten, Hautbürstung, Hydrotherapie sowie Gelände- und Berggehen in Gruppen.

Zur Einnahme des Mittag- und Abendessens waren die Kurteilnehmer in zwei Gruppen (11 bis 45 Jahre und über 46 Jahre) eingeteilt, die in verschiedenen Gasthäusern speisten. Weiter ist zu berücksichtigen, daß die teilnehmenden Personen einzeln oder zu zweit in Privathäusern untergebracht waren und Wege zwischen fünf und fünfzehn Minuten zu den einzelnen Übungsorten zurückzulegen hatten.

Der genaue Tagesablauf ist aus der nachstehenden Tabelle I ersichtlich.

Tabelle I

Ablauf eines Kurtages

<u>Zeit</u>	<u>Kurprogramm</u>
8.00 - 8.40	Gruppengymnastik
8.45 - 9.15	Frühstück (danach am Montag Sauna)
9.15 -10.45	Liegekur, Individualbehandlung, Chiropraktische Maßnahmen, Grup- pengymnastik
11.00 -12.00	Muskeltraining (Bali) Hautbürstung, Hydrotherapie
12.15 -12.45	Mittagessen
13.00 -14.45	Liegekur
14.45 -15.00	Kaffee
15.00 -17.00	Terrainkur, Geländegehen, Berggehen in Gruppe
17.00 -18.15	frei
18.15 -18.45	Abendessen
19.00 -20.00	Gesundheitsdiskussion

Tabelle II

Altersklasse	n	mittleres Alter	mittleres Gewicht (kg)	mittlere Größe (cm)
Gesamt-kollektiv	57	44	81	175
11 - 45	37	39	78	176
46 - 80	20	51	82	171
31 - 40	19	37	79	177
41 - 50	29	45	79	173
51 - 60	7	55	81	171

Tabelle III

Altersklasse	Gesamt-kollektiv	11 - 45	46 - 80	31 - 40	41 - 50	51 - 60
Leistungsgruppe I	13	8	5	5	4	2
Leistungsgruppe II	17	10	7	4	11	2
Leistungsgruppe III	27	19	8	10	14	3

Einteilung in Leistungsgruppen

Vor den verschiedenen Messungen ruhten die zu untersuchenden Personen jeweils 30 Minuten aus. Daraufhin wurden synchron eine EKG-Ableitung, der Herzschall und die Carotispulskurve registriert. Ein kleines Körpererschallmikrophon, das mit zwei Pflasterstreifen über dem Erb'schen Punkt aufgeklebt wurde, diente zur Aufzeichnung des Phonokardiogramms. Über der art. carotis dextra befestigten wir ein Kondensatormikrophon, mit dem wir das Carotissphygmogramm registrierten. Als Registriergerät verwendeten wir den 6-fach Schreiber Minograf Cardirex 6t. Dieser zeichnete im Kanal 1 die EKG-Ableitung, im Kanal 5 das Carotissphygmogramm und in den Kanälen 2, 3 und 6 das Phonokardiogramm in den Frequenzfilterungen 70, 140 und 250 Hz auf; die Papiergeschwindigkeit war 50 mm/sec. Der Blutdruck wurde nach Korotkov gemessen.

Nach dem von BLUMBERGER und HOLLDACK angegebenen Verfahren ermittelten wir die verschiedenen hämodynamischen Parameter, wobei sich als direkte Meßwerte die Diastolendauer, die Systolendauer, die Austreibungszeit und die Umformungszeit ergaben.

Diastolendauer (D):	Vom Beginn des vorangehenden zweiten Herztones bis zum Beginn des Kammeraktionsstromes
Systolendauer (A+S):	Vom Beginn des Kammeraktionsstromes bis zum Beginn des Schallbildes des zweiten Herztones
Austreibungszeit (S):	Vom Fußpunkt bis zur Incisur des Carotissphygmogramms
Umformungszeit (UZ):	Vom Beginn des Kammeraktionsstromes bis zum Beginn des ersten Herztones

Durch Subtraktion bzw. Addition ergeben sich:

Anspannungszeit (A): Systolendauer minus Austreibungszeit

Druckanstiegszeit (DAZ): Anspannungszeit minus Umformungszeit

Periodendauer (T): Diastolendauer plus Systolendauer

Hersfrequenz (F): $\frac{60 \times 1000}{\text{Periodendauer}}$

Statistische Methoden

Um zu sehen, ob die Veränderungen der verschiedenen Zeitwerte eine Abhängigkeit vom Lebensalter der Kurteilnehmer aufweisen oder ob sich eventuelle Abweichungen in bestimmten Lebensabschnitten deutlicher bzw. weniger deutlich feststellen lassen, unterteilten wir das Gesamtkollektiv für die Auswertung in drei Altersklassen, und zwar in die der 31-40jährigen, der 41-50jährigen und der 51-60jährigen. Eine weitere Aufteilung wurde vorgenommen in Altersgruppen von 11-45 Jahre und über 46 Jahre, um der Verpflegung der Kurteilnehmer in den zwei verschiedenen Gasthäusern Rechnung zu tragen.

Zur Prüfung der Signifikanz von Unterschieden wurde die t-Verteilung nach Student benutzt(SACHS). Wenn in den folgenden Ausführungen der Wert einer Prüfgröße das Niveau anzeigen soll, auf dem noch Signifikanz vorliegt, dann wird zu dem betreffenden Wert ein Wert für p angegeben. Die Bezeichnungsweise ist:

$0.001 > p$	hochsignifikant +++
$0.01 > p > 0.001$	signifikant ++
$0.05 > p > 0.01$	"wahrscheinlich" signifikant +
$0.05 < p$	

In den nachfolgenden Ausführungen werden als Abkürzungen gebraucht:

n	=	Umfang
$\bar{x}$	=	arithmetisches Mittel vor der Kur
$\bar{y}$	=	arithmetisches Mittel nach der Kur
s_x	=	Standardabweichung vor der Kur
s_y	=	Standardabweichung nach der Kur
f_x	=	Mittelwertfehler vor der Kur
f_y	=	Mittelwertfehler nach der Kur
p	=	Signifikanzniveau
r	=	Korrelationskoeffizient

Ergebnisse und Diskussion

Nach den bisher an trainierten Personen gewonnenen Befunden konnten wir erwarten, daß durch die Kreislauftrainingskur von einem gewissen Trainingsstand ab eine Verlängerung der Pulsperiodendauer und der Diastole sowie der Spannungs- und Austreibungszeit auftritt.

Diese Annahme stützt sich auf Untersuchungsergebnisse von MELLEROWICZ und REINDELL, KLEPZIG, die übereinstimmend eine Zunahme der oben genannten Werte nach einem körperlichen Training festgestellt haben.

1. Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Diastolendauer

Bei 44 der 57 untersuchten Personen hat die Diastolendauer, verglichen mit dem Wert zu Beginn des Kreislauftrainings, zugenommen, während sie bei 13 Personen abgenommen hat (Tabelle IV).

Vergleicht man die Mittelwerte der Diastolendauer des Gesamtkollektivs vor und nach der Kur, so zeigt sich eine Zunahme von 424,684 msec auf 492,316 msec, was einen statistisch signifikanten Unterschied bedeutet ($p = 0.002$). Die Standardabweichung nahm von 108,472 msec auf 117,241 msec zu.

Die mittlere Diastolendauer der 37 Männer, die der Altersklasse von 11 - 45 Jahren angehörten, vergrößerte sich von 424,222 msec auf 501,432 msec. Dieses Ergebnis drückt einen statistisch signifikanten Unterschied aus ($p = 0.002$).

Dagegen konnte in der Altersklasse der über 46-jährigen, die 20 Personen umfaßte, nur eine wahrscheinlich signifikante Verlängerung der Diastolendauer von 408,1 msec auf 475,45 msec ($p = 0.05$) nachgewiesen werden. Die Standardabweichung stieg von 73,497 msec auf 119,955 msec an.

Ähnliche Verhältnisse trafen wir in der Gruppe der 31 - 40-jährigen an, in der die Diastolendauer von 447,333 msec auf 523,579 msec zunahm. Auch diese Zunahme ist wahrscheinlich signifikant ($p = 0.02$).

Die Gruppe der 41 - 50-jährigen wies eine auf dem 1 % Niveau signifikante Zunahme der Diastolendauer von 397,103 msec auf 473,655 msec auf.

Obwohl sich auch bei der Gruppe der 51 - 60-jährigen die Diastolendauer von 403,714 msec auf 462,571 msec erhöhte, konnte eine statistische Signifikanz der Mittelwertunterschiede nicht festgestellt werden (Tabelle VI/Abb.1).

Man erkennt in allen Gruppen eine deutliche Zunahme der Diastolendauer, die in den Klassen der 31 - 40-jährigen und der 41 - 50-jährigen etwa gleich groß ist, dabei jedoch die der 51 - 60-jährigen übertrifft, obwohl deren Ausgangswert zu Beginn der Kur größer war als jener der 41 - 50-jährigen.

Die wahrscheinlich signifikante bzw. signifikante Zunahme der Diastolendauer bestätigt die Ergebnisse der Untersuchungen von MELLEROWICZ, MILLAHN sowie KANN und VALENTIN, die übereinstimmend festgestellt haben, daß die Diastolendauer beim sportlich Trainierten verlängert ist.

So kommt MILLAHN zu dem Ergebnis, das trainierte Herz zeige in Ruhe eine längere Diastole und eine relativ kürzere Systole. Infolgedessen könne das trainierte Herz besser gefüllt werden und seine Durchblutungsverhältnisse seien ebenfalls besser.

Dies wird erhärtet durch die Untersuchungen von SABISTON und GREGG, die herausfanden, daß die Koronardurchblutung mit zunehmender Diastolendauer wächst, und durch BOROS, der eine längere Diastole als günstig für die Herzarbeit bezeichnet.

Der von MILLAHN als Herzreservequotient bezeichnete Wert $D/A + S$ war bei uns nach der Kur in allen Altersklassen signifikant bzw. wahrscheinlich signifikant größer, was für eine erhöhte Leistungsreserve spricht. Gerade dieser Quotient soll nämlich ein relativ gutes Kriterium für den Trainingszustand darstellen.

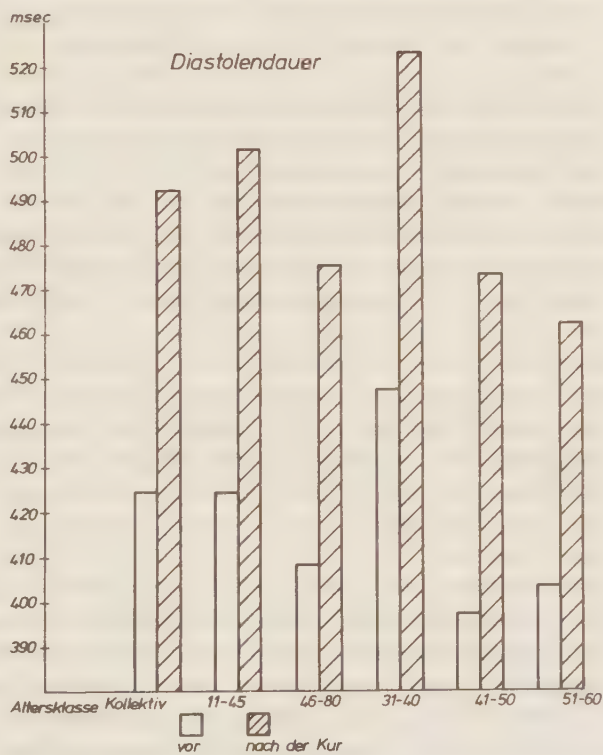


Abb.1

2. Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Austreibungszeit

Vergleicht man die Werte der Austreibungszeit vor und nach der Kur (Tabelle V), so stellt man fest, daß diese bei der überwiegenden Zahl der Teilnehmer größer geworden sind. Bei 36 Personen war eine Zunahme, bei 22 dagegen eine Abnahme der Werte zu verzeichnen.

Diese Tendenz zur Zunahme wird durch das Verhalten der Mittelwerte (Tabelle VI) der einzelnen Altersklassen noch deutlicher. Innerhalb des Gesamtkollektivs ist ein Anstieg des Wertes von 265,386 msec auf 278,018 msec zu verzeichnen. Bei einem Wert von $p = 0.05$ deutet dies auf einen wahrscheinlich signifikanten Unterschied hin. Die Standardabweichung lag bei 24,836 msec vor gegenüber 18,337 msec nach der Kur.

Die Altersklasse von 11 bis 45 Jahren zeigte einen Anstieg von 270,946 msec auf 278,784 msec, die der über 46-jährigen von 255,1 msec auf 264,737 msec. Die Standardabweichung fiel in der ersten Gruppe von 23,419 msec auf 17,261 msec, in der zweiten von 24,642 msec auf 17,143 msec.

In der Gruppe der 31 bis Jahre alten Kurteilnehmer war die geringste Zunahme des Mittelwertes der Austreibungszeit zu beobachten, nämlich von 280,632 msec auf 283,316 msec. Schon deutlicher wird der Anstieg in der Gruppe der 41 - 50-jährigen, nämlich von 256,793 msec auf 268,724 msec. Bei einem Wert von $p = 0.02$ ist dieser Anstieg wahrscheinlich signifikant. Die Gruppe, in der die Teilnehmer von 51 bis 60 Jahre zusammengefaßt waren, wies eine Zunahme der mittleren Austreibungszeit von 251,286 msec auf 260,333 msec auf.

Zusammenfassend kann man über die Werte der Austreibungszeit sagen, daß sie in allen Altersklassen zugenommen haben. Am deutlichsten zeigt sich dies in der Gruppe der 41 bis 50-jährigen Kurteilnehmer. In den anderen Gruppen ist die Zunahme zwar nicht so deutlich, läßt sich aber dennoch klar erkennen (Tabelle VI/Abb.2).

Betrachtet man unsere Mittelwerte der Austreibungszeit, so kann festgestellt werden, daß sich eine Übereinstimmung mit den Untersuchungen von REINDELL, KLEPZIG und MELLEROWICZ ergibt, die herausgefunden haben, daß die Austreibungszeit bei trainierten Personen gegenüber untrainierten verlängert ist. Eine Ausnahme macht MILLAHN, bei dessen Untersuchungen die Austreibungszeit gleichblieb.

MELLEROWICZ gibt für Sportler mit einem Durchschnittsalter von 41 Jahren einen Mittelwert von 0,275 sec an, während er bei Untrainierten 0,262 sec festgestellt hat. Diese Werte stimmen in etwa mit unseren Ergebnissen für das Gesamtkollektiv vor und nach der Kur überein.

MELLEROWICZ und KLEPZIG finden übereinstimmend, daß die Austreibungszeit mit fortschreitendem Alter weiter zunimmt. Dies konnten wir aus unseren Ergebnissen nicht ableiten, weil hier die Gruppe der 51 - 60-jährigen keine Erhöhung der Austreibungszeit im Vergleich zu den anderen Altersklassen aufzuweisen hatte. Die Werte lagen bei dieser Gruppe niedriger als in den Gruppen der jüngeren Teilnehmer.

Auch konnten wir nicht so hohe Mittelwerte wie BLUMBERGER oder MILLAHN feststellen, die bei 0,29 sec bis 0,31 sec bzw. bei 0,29 sec lagen. Allerdings handelte es sich hierbei um Untersuchungen an jugendlichen Sportlern.

Hier ist aber zu bemerken, daß die Austreibungszeit eine sehr komplexe Größe ist, die von mehreren Faktoren beeinflußt wird (BLUMBERGER) - so sinkt sie z.B. mit steigender Herzfrequenz (LANG). MILLAHN beschreibt einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0.59$, während wir einen Koeffizienten von $r = 0.779$ vor der Kur und $r = 0.746$ nach der Kur festgestellt haben und damit mit LANG übereinstimmen, der r mit 0,78 angibt.

Als Ursache für die verlängerte Austreibungszeit am Ende der Kur kommt neben dem gesteigerten Vagotonus mit Pulsfrequenzverlangsamung (MELLEROWICZ) auch ein gleichzeitiger Anstieg des Schlagvolumens in Betracht. Aber auch diese Möglichkeit wird eingeschränkt durch die Aussage BLUMBERGERS, die Austreibungszeit könne bei vergrößertem Schlagvolumen größer werden, aber auch gleichbleiben, ja, sogar um ein geringes kürzer werden. Der genaue Zusammenhang zwischen Schlagvolumen und Austreibungszeit wird an anderer Stelle diskutiert (NOLTE). Die weitere Abhängigkeit der Austreibungszeit vom peripheren Widerstand und der Dehnbarkeit des Windkessels (BLUMBERGER) erschwert zwar den Nachweis direkter einheitlicher Beziehungen, ändert aber nichts an der Tatsache, daß die Verlängerung der Austreibungszeit sich für das Herz arbeits-, druck- und kraftsparend auswirkt (BÜRGER, WELZER und BÜGER) und nach MELLEROWICZ ein Zeichen des ökonomisierenden Einflusses des Trainings auf die Herzaktion ist.



Abb. 2

3. Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Anspannungszeit

Der Wert der Anspannungszeit war am Ende der Kur bei 22 Personen länger, bei 34 dagegen kürzer als vor der Kur, während er in einem Fall unverändert blieb (Tabelle IV).

Im Gegensatz zu den übrigen bisher besprochenen Werten ist das Verhalten der *Mittelwerte* der Anspannungszeit vor und nach der Kur nicht mehr einheitlich (Tabelle VI). Auffallend ist vor allem, daß in sämtlichen Altersklassen nur geringe Unterschiede festzustellen waren, wobei in fast allen Gruppen - bis auf die der über 46-jährigen - eine geringfügige Verkürzung der Anspannungszeit zu beobachten war.

Die mittlere Anspannungszeit des Gesamtkollektivs sank von 87,246 msec auf 85,482 msec bei einer Standardabweichung, die von 16,387 msec auf 15,427 msec abnahm.

Ähnlich verhielten sich die Werte bei den 37 Männern der Altersklasse von 11 bis 45 Jahren. Hier fiel die Anspannungszeit von 82,676 msec auf 79,973 msec, die Standardabweichung von 14,93 msec auf 13,039 msec. Eine Ausnahme macht, wie schon erwähnt, die Gruppe der über 46-jährigen, bei der die Anspannungszeit von 95,7 msec vor der Kur auf 96,211 msec nach der Kur geringfügig anstieg.

Bei den Gruppen der 31-40, 41-50 und 51-60-jährigen zeigte sich dann wieder der geringfügig verkleinerte Mittelwert nach Beendigung der Kur (Tabelle VI/Abb.3).

Keiner der Unterschiede ist statistisch oder wahrscheinlich statistisch signifikant.

Fraglich ist, ob die verhältnismäßig geringen Änderungen der Anspannungszeit, die sich bei unseren Untersuchungen ergaben, überhaupt genug aussagen, um sie in eine bestimmte Richtung deuten zu können. Abweichend von dem Verhalten der Frequenz, der Diastolendauer sowie der Austreibungszeit war hier in keiner der Gruppen ein signifikanter oder wenigstens wahrscheinlich signifikanter Unterschied festzustellen. Außerdem lassen sich die von uns gefundenen Werte der Anspannungszeit nicht ohne weiteres mit denen von MELLEROWICZ, REINDELL und KLEPZIG vergleichen, da diese ihre Untersuchungen an Dauersportlern durchgeführt haben, die schon jahrelang im Training standen. So erklärt auch MILLAHN den geringfügigen Unterschied der Anspannungszeit zwischen den Werten der von ihm untersuchten Sportler bzw. Nichtsportler damit, daß die Sportler möglicherweise nur wenig trainiert hätten.

Bei der Überprüfung der Abhängigkeit der Herzzeitwerte von der Hämodynamik fand MILLAHN eine Abnahme der Anspannungszeit mit Zunahme des Schlagvolumens, was einer Mitteilung von EMMRICH, KLEPZIG und REINDELL entspricht, die eine Abnahme der Druckanstiegszeit bei Zunahme des Schlagvolumens beobachteten.

Übereinstimmend damit läßt sich die von uns gemessene Verkürzung der Anspannungszeit am Ende der Kur nur durch die gleichzeitig festgestellte Verlängerung der Diastolendauer, die Zunahme des Schlagvolumens und die Verkürzung der Druckanstiegszeit ausreichend erklären. Dieses Ergebnis wird gestützt durch die Aussage BLUMBERGERS, daß sich die Anspannungszeit mit zunehmender Herzfüllung verkürzt.

Geht man davon aus, daß verschiedene Autoren, wie HERXHEIMER, JUNGMAN oder REINDELL, KLEPZIG und KIRCH-

HOFF, in einem vergrößerten Schlagvolumen den Ausdruck eines Trainingseffektes sahen, so wäre eine verkürzte Anspannungszeit die zu erwartende Folge davon.

Da aber die von uns als verkürzt beobachtete Anspannungszeit mit einer Verlängerung der Pulsperiodendauer einhergeht, was bei der von LANG und BLUMBERGER gezeigten Abhängigkeit der Anspannungszeit von der Frequenz gerade umgekehrt sein müßte, läßt sich eine Zunahme der Kontraktilität des Herzmuskels vermuten.

Die von BLUMBERGER beschriebene Verlängerung der Anspannungszeit bei Erhöhung des diastolischen Aortendruckes wird möglicherweise bei uns dadurch nicht erkannt, daß infolge der Vergrößerung der Herzfüllung der Kammerdruck noch stärker erhöht wurde als der Aortendruck, was auch der Abnahme der Druckanstiegszeit entspricht.

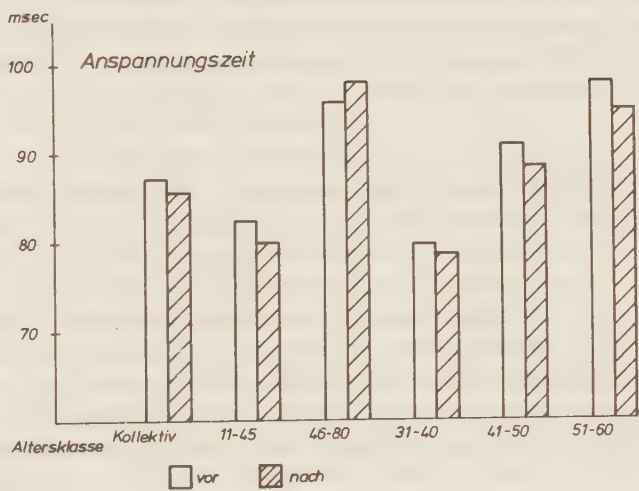


Abb.3

4. Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf die Frequenz

43 der Kurteilnehmer zeigten eine Abnahme der Ruhepulsfrequenz, 14 eine Zunahme (Tabelle V).

Die Mittelwerte des Gesamtkollektive lagen mit $79,275 \text{ min}^{-1}$ vor gegenüber $72,416 \text{ min}^{-1}$ nach der Kur niedriger, was bei einem Wert von $p = 0.002$ auf einen statistisch signifikanten Unterschied hinweist. Die Standardabweichung im Gesamtkollektiv senkte sich von $13,24 \text{ min}^{-1}$ auf $11,876 \text{ min}^{-1}$.

In der Altersklasse der 11 - 45-jährigen maßen wir vor der Kur einen Mittelwert von $76,479 \text{ min}^{-1}$, nach der Kur dagegen von $71,398 \text{ min}^{-1}$; p war 0.05 , d.h., der Unterschied ist wahrscheinlich statistisch signifikant.

Die über 46-jährigen Versuchspersonen wiesen mit einem Wert von $p = 0.02$ ebenfalls einen wahrscheinlich signifikanten Unterschied auf. Der Mittelwert war hierbei $80,411 \text{ min}^{-1}$ vor bzw. $72,62 \text{ min}^{-1}$ nach der Kur. Allerdings stieg die Standardabweichung von $10,863 \text{ min}^{-1}$ auf $10,877 \text{ min}^{-1}$.

Bei der Gruppe der 31 - 40-jährigen senkte sich der Mittelwert von $75,492 \text{ min}^{-1}$ auf $67,454 \text{ min}^{-1}$, wobei die Standardabweichung von $8,717 \text{ min}^{-1}$ auf $6,628 \text{ min}^{-1}$ zurückging. Der Wert 0.02 für p bestätigt in dieser Altersklasse einen signifikanten Unterschied.

Ähnlich sind die Befunde in der Gruppe der 41 - 50-jährigen. Der Mittelwert sank von $80,227 \text{ min}^{-1}$ vor dem Kreis-

lauftraining auf $74,322 \text{ min}^{-1}$ danach. Der Unterschied war wahrscheinlich signifikant ($p = 0.05$).

Am stärksten nahm die Frequenz in der Gruppe der 51 - 60-jährigen ab, und zwar von $81,661 \text{ min}^{-1}$ auf $72,448 \text{ min}^{-1}$. Dennoch ist dieser Unterschied nicht signifikant ($p = 0.2$). Die Standardabweichung ging von $14,422 \text{ min}^{-1}$ auf $13,405 \text{ min}^{-1}$ zurück (Tabelle VI/Abb.4)

TABAKIN, MELLEROWICZ, KIRCHHOFF, FRICK sowie ROSSKAMM, REINDELL und MÜLLER haben nachgewiesen, daß die Ruhepulsfrequenz bei Sportlern oder trainierten Personen niedriger ist als bei vergleichbaren untrainierten.

Aufschlußreich sind auch die Untersuchungen von ROSSKAMM, BRANDTS und REINDELL, weil sie sich bei einer Dauer von vier Wochen etwa über die von uns eingehaltene Zeit erstreckten. Die Kursteilnehmer trainierten täglich eine halbe Stunde, wobei durch Berücksichtigung der individuellen maximalen Pulsfrequenz die Trainingsbelastung in allen Altersgruppen in derselben Relation zur Ausgangsleistungsfähigkeit stand. Unsere Ergebnisse stimmen zum größten Teil mit den Ergebnissen dieser Kur überein. Ein Unterschied liegt allerdings darin, daß bei uns der Trainingseffekt in der Gruppe der 51 - 60-jährigen mit einer Abnahme der Ruhepulsfrequenz um 19,3 % noch größer war als in der Altersklasse der 31 bis 40 Jahre alten Kursteilnehmer, die eine Abnahme der Ruhepulsfrequenz um 17 % aufzuweisen hatten.

Übereinstimmend mit unseren Ergebnissen stellte SCHMID-KESSEN eine signifikante Abnahme der Pulsfrequenz nach einer Trainingskur fest. HOLMGREN beobachtete denselben Trainingseinfluß bei Patienten mit vegetativer Dystonie, wobei die Veränderungen bei Personen mit niedriger Aus-

gangskapazität besonders augenfällig waren. BLOHMKE fand bei der Untersuchung mehrerer Personengruppen die Ruhepulsfrequenz einmal unverändert, ein anderes Mal gegenüber dem Ausgangswert verringert. Letzteres war auch an Personen festzustellen, die einen vierwöchigen Urlaub verbracht hatten. Dieselben Erfahrungen machte NAUGHTON, der außerdem eine Abnahme des Atem-Minuten-Volumens bei Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme beschreibt.

Wenn man bedenkt, daß sich, wie MELLEROWICZ sagt, durch eine vergleichende Bestimmung der Ruhepulsfrequenz Rückschlüsse auf den augenblicklichen Trainings- und Leistungszustand ziehen lassen, daß die Verminderung der Ruhepulsfrequenz des Herzens auf die Verbesserung der Trainingsform schließen läßt und daß schließlich die bradycarde Einstellung der Herzaktion im Training Ausdruck der Ökonomisierung der Kreislaufregulation und der Vermehrung der cardialen Reservekräfte ist, dann können wir auf Grund unserer Ergebnisse aussagen, daß die cardiopulmonale Leistungsfähigkeit eine Verbesserung erfahren hat.

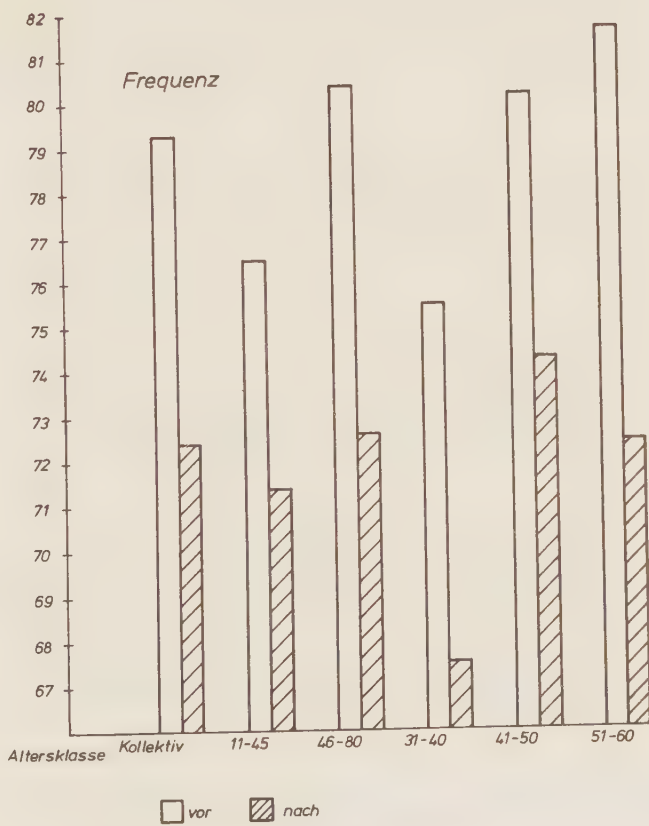


Abb. 4

5. Der Einfluß einer Kreislauft Trainingskur auf die Umformungszeit und die Druckanstiegszeit

Die Werte der Umformungszeit vor und nach der Kur zeigten nur geringfügige Veränderungen (Tabelle IV). Sie sind im Großen und Ganzen unverändert geblieben, was auch bei der Betrachtung der Mittelwerte zum Ausdruck kommt (Tabelle VI).

Die Mittelwerte der Umformungszeit für das Gesamtkollektiv sind von 53,228 msec auf 53,321 msec gestiegen, wobei die Standardabweichung von 6,682 msec auf 5,02 msec zurückging.

Wie schon bei der Austreibungszeit ist auch bei der Umformungszeit eine Abnahme der Standardabweichung in allen Gruppen festzustellen. Die Mittelwerte sind dabei nicht einheitlich, ihre jeweilige Zu- bzw. Abnahme ist jedoch in allen Fällen nur geringfügig, wie aus der Tabelle VI und der Abb. 5a zu ersehen ist.

Die Druckanstiegszeit hat bei 34 Kurteilnehmern nach der Kur abgenommen, bei 23 Personen war eine Zunahme zu verzeichnen (Tabelle IV).

Die Druckanstiegszeit fiel im Gesamtkollektiv von 34,018 msec auf 31,857 msec, die Standardabweichung ging von 15,873 msec auf 15,515 msec zurück.

Auch in der Gruppe von 11 bis 45 Jahren war eine Abnahme der Druckanstiegszeit zu beobachten. Die Mit-

telwerte lagen hier bei 29,216 msec vor gegenüber 25,622 msec nach der Kur, wobei die Standardabweichung, die 14,248 msec betragen hatte, auf 12,77 msec zurückgegangen war.

Die Gruppe der über 46-jährigen hatte nach der Kur eine geringfügig höhere Druckanstiegszeit als zuvor aufzuweisen - sie war von 42,9 msec auf 44 msec angestiegen, die Standardabweichung von 15,165 msec auf 13,183 msec abgefallen (Tabelle VI/Abb.5b).

Die von EMMRICH bei Sportlern beobachtete Verlängerung der Druckanstiegszeit konnten wir nicht feststellen, worauf schon bei der Diskussion des Verhaltens der Anspannungszeit eingegangen wurde.

Dagegen bestätigten unsere Untersuchungen die Ergebnisse HOLLDACKS, der bei Untrainierten eine Zunahme der Druckanstiegszeit mit zunehmendem Lebensalter feststellte, wohingegen die Umformungszeit nicht davon beeinflusst wird.

Einen Zusammenhang zwischen der Druckanstiegszeit und der Herzfrequenz, wie ihn LANG und HOLLDACK vermuten, erkannten wir bei unseren Untersuchungen nicht; aber auch EMMRICH betont, daß er keine Abhängigkeit der Druckanstiegszeit von der Frequenz feststellen konnte.

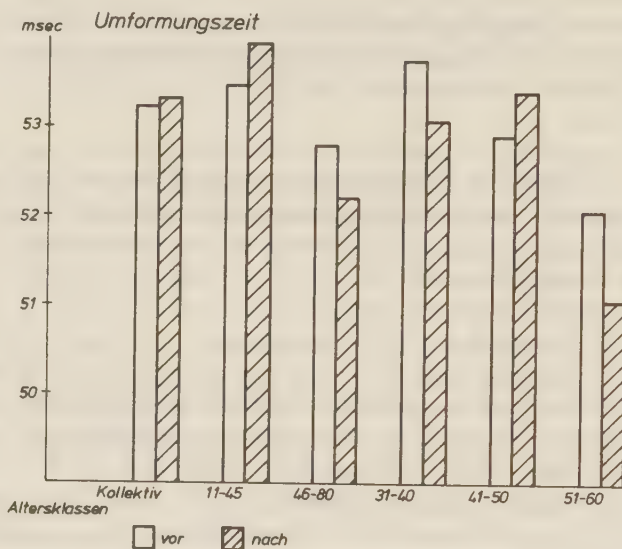


Abb. 5a

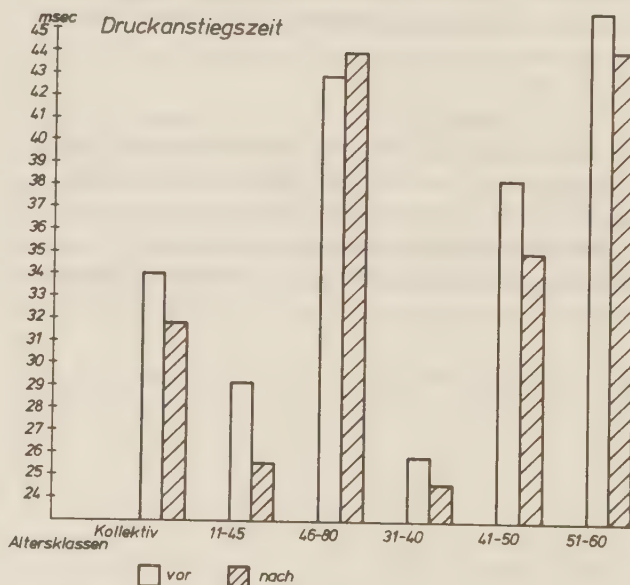


Abb. 5b

6. Der Einfluß einer Kreislauftrainingskur auf den
Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit

Der Quotient war bei 33 Kurteilnehmern größer, bei 24 hingegen kleiner (Tabelle V).

Der Quotient des Gesamtkollektivs erhöhte sich von 3,16 vor auf 3,45 nach der Kur, die Standardabweichung stieg von 0,726 auf 1,291.

Die Altersklasse der 11 - 45-jährigen wies mit 3,589 ebenfalls einen höheren Quotienten auf als vor der Kur, wo er 3,393 gewesen war. Die Standardabweichung fiel hier von 0,741 auf 0,696.

Der Quotient in der Gruppe der über 46-jährigen nahm von 2,729 auf 3,193 zu, die Standardabweichung von 0,461 auf 1,971.

Bei den 31 - 40-jährigen Kurteilnehmern erhöhte sich der Quotient geringfügig von 3,62 auf 3,701. Dagegen war ein deutlicher Anstieg bei den 41 - 50-jährigen zu sehen, wo der Quotient von 2,873 auf 3,395 anstieg.

Wie bei den anderen Altersgruppierungen zeigte sich auch in der Gruppe der 51 - 60-jährigen nach der Kur ein höherer Quotient als zuvor. Die Mittelwerte lagen hier bei 2,654 bzw. 2,762.

Der Quotient S/A hat damit in allen Gruppen zugenommen, wie aus Tabelle VI und Abb. 6b zu ersehen ist.

Aus dem Quotienten S/A glaubt BLUMBERGER sichere Schlusfolgerungen über die Leistungsfähigkeit des Herzens ziehen zu können, da in diesem Quotienten alle auf die Dynamik des Herzschlages wirkenden Kreislaufumstellungen zur Geltung kommen sollen.

REINDELL, KLEPZIG errechneten bei Sportlern ein Schwanken des Quotienten zwischen 2,6 und 5,5, bei den von MILLAHN untersuchten Sportlern streuten die Werte von 2,3 bis 5,6.

Auch die von uns festgestellten Werte am Ende der Kur liegen etwa in dieser Größenordnung.

MILLAHN gibt an, daß S/A mit zunehmender Frequenz und zunehmendem Schlagvolumen größer wird. Auch BLUMBERGER macht eine verstärkte Herzfüllung für das Anwachsen von S/A verantwortlich, was auch bei uns für die Zunahme des Quotienten nach Beendigung der Kur ausschlaggebend gewesen sein dürfte.

Neben dem Quotienten S/A wird auf der folgenden Seite in Abb. 6a auch das Verhalten des Quotienten aus diastolischem Blutdruck und Druckanstiegszeit (Pd/DAZ) dargestellt.

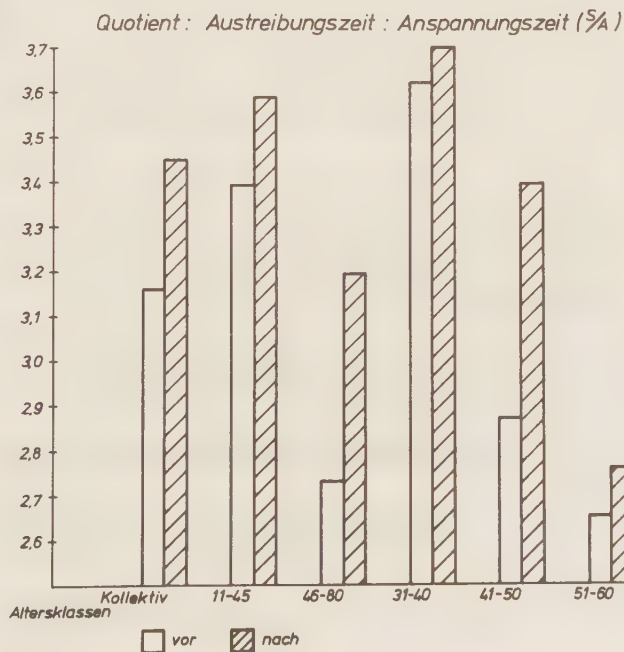
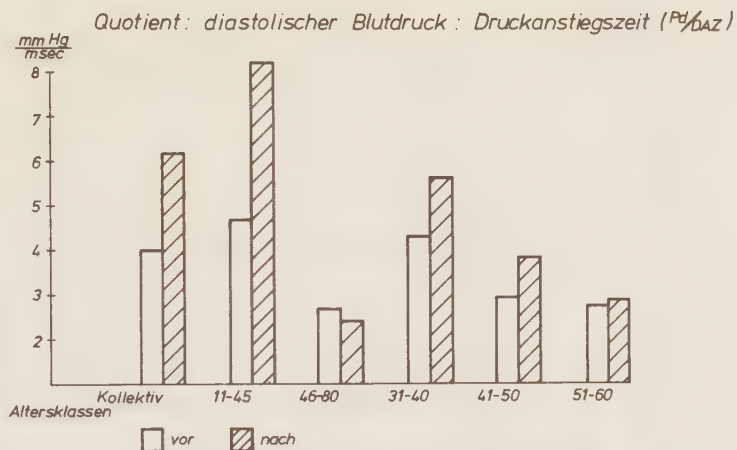


Tabelle IV

Einzelbefunde der Diastolendauer (msec), der Austreibungszeit (msec), der Anspannungszeit (msec), der Umformungszeit (msec) und der Druckanstiegszeit (msec) vor und nach einer Kreislauftrainingskur (n = 57).

D = Diastolendauer S = Austreibungszeit A = Anspannungszeit
UZ = Umformungszeit DAZ = Druckanstiegszeit

Nr.	D		S		A		UZ		DAZ	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
1	403	566	260	297	68	58	56	52	12	6
2	384	492	233	251	74	93	53	48	21	45
3	339	406	260	256	92	100	64	60	28	40
4	231	337	211	260	70	61	44	49	26	12
5	406	597	250	294	87	81	45	55	42	26
6	456	516	296	301	65	68	44	46	21	22
7	458	617	285	288	88	76	57	57	31	19
8	463	577	286	299	53	85	50	64	3	21
9	453	522	300	276	71	80	63	63	8	17
10	577	563	303	308	75	61	64	60	11	1
11	407	416	254	268	76	55	49	51	27	4
12	477	706	258	252	90	111	51	54	39	57
13	504	507	281	272	98	91	70	69	28	22
14	336	591	235	282	101	95	46	51	55	44
15	326	409	228	263	90	85	50	50	40	35
16	302	323	283	278	64	62	57	52	13	10
17	401	449	268	269	77	71	56	52	21	19
18	773	723	322	320	87	74	58	57	29	17
19	428	460	301	281	66	78	55	58	11	20
20	433	557	268	267	65	86	48	47	17	39
21	726	808	282	299	98	88	56	51	42	37

Tabelle IV (Fortsetzung)

Nr.	D		S		A		UZ		DAZ	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
22	624	484	311	290	67	58	42	53	25	5
23	374	632	242	269	103	97	48	51	55	46
24	410	576	288	274	74	90	41	48	33	42
25	539	640	279	294	72	81	51	52	21	29
26	505	596	269	281	89	71	56	48	33	23
27	260	290	211	207	95	68	52	43	43	25
28	358	308	239	242	122	105	58	58	64	47
29	195	291	248	253	72	72	63	46	9	26
30	281	319	255	258	72	70	49	51	23	19
31	504	430	286	246	89	72	55	54	34	18
32	511	552	262	266	102	106	40	49	62	57
33	603	542	276	273	81	85	58	58	23	27
34	419	516	252	282	113	117	57	51	56	60
35	389	426	269	265	84	83	58	61	20	15
36	392	329	248	247	118	93	53	58	59	28
37	312	347	244	257	75	74	55	59	56	39 ⁹
38	324	398	251	275	118	87	59	59	36	54
39	467	445	284	274	118	62	50	45	45	28
40	343	572	252	282	81	98	45	44	43	45
41	455	616	276	297	104	78	59	50	56	47
42	479	563	276	281	98	100	55	55	52	42
43	387	488	271	285	113	105	57	58	26	22
44	404	505	255	270	96	95	44	53	65	35
45	338	513	227	264	61	64	49	47	12	17

Tabelle IV (Fortsetzung)

Nr.	D		S		A		UZ		DAZ	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
46	463	353	310	256	103	96	58	50	45	46
47	535	524	273	284	82	86	54	54	28	32
48	338	442	249	296	95	94	54	52	41	42
49	416	433	259	241	96	113	53	53	43	60
50	372	457	269	283	99	95	64	62	85	33
51	373	399	251	247	98	103	51	52	47	51
52	445	635	258	284	96	25	47	52	49	-2.7
53	383	338	236	250	90	97	46	47	44	-50
54	416	346	247	250	72	96	56	60	16	36
55	453	426	295	267	92	88	50	52	42	36
56	570	631	302	301	102	113	62	52	40	61
57	286	558	242	280	76	89	43	61	33	28

Tabelle V

Einzelbefunde der Herzfrequenz (Schläge/min), der Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit und diastolischer Blutdruck/Druckanstiegszeit vor und nach einer Kreislauftrainingskur (n=57).

Nr.	Herzfrequenz		Quotient S/A		Quotient pd/DaZ	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach
1	82,08	65,15	3,82	5,12	7,08	17,5
2	86,83	71,77	3,15	2,7	4,76	2,89
3	86,83	78,74	2,83	2,56	3,04	2,5
4	117,19	91,19	3,01	4,26	3,85	9,58
5	80,75	61,73	2,87	3,63	2,14	4,04
6	73,44	67,8	4,55	4,43	3,81	4,32
7	72,2	61,16	3,24	3,79	2,74	5,26
8	74,81	62,43	5,4	3,52	31,67	4,52
9	72,82	68,34	4,23	3,45	12,50	7,06
10	62,83	64,38	4,04	5,05	9,09	110,0
11	81,41	81,19	3,34	4,87	3,33	21,25
12	72,73	56,13	2,87	2,27	2,95	1,93
13	67,95	68,97	2,87	2,99	3,57	3,86
14	89,29	61,98	2,33	2,97	1,82	2,5
15	93,17	79,26	2,53	3,09	2,63	3,57
16	92,45	90,5	4,42	4,48	7,31	9,0
17	80,43	76,05	3,48	3,79	4,76	5,53
18	50,76	53,72	3,7	4,3	2,59	5,88
19	75,47	73,26	4,56	3,6	7,27	5,25
20	78,33	65,93	4,12	3,1	6,18	5,25
21	54,25	50,21	2,88	3,4	2,02	3,33
22	59,88	72,11	4,64	5,0	3,2	2,7
23	83,45	60,12	2,35	2,77	1,64	15,0
24	77,72	63,83	3,89	3,04	2,58	2,17
25	67,42	59,11	3,88	3,63	4,29	2,62
26	69,53	63,29	3,02	3,96	2,58	4,31
						3,7

Tabelle V (Fortsetzung)

Nr.	Häufigkeiten		Quotient S/A		Quotient pd/DAZ	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach
27	106,01	106,2	2,22	3,04	2,79	4,0
28	83,45	91,6	1,96	2,3	1,8	2,77
29	116,51	97,4	3,44	3,51	9,44	4,23
30	98,68	92,74	3,54	3,69	4,35	5,26
31	68,26	80,21	3,21	3,42	2,35	5,00
32	68,57	64,93	2,57	2,51	1,37	1,93
33	62,5	66,67	3,42	3,21	3,7	4,07
34	76,53	65,57	2,23	2,41	1,52	1,67
35	80,86	77,52	3,20	3,19	3,27	4,77
36	79,16	89,69	2,10	2,66	1,31	3,14
37	94,94	88,5	3,25	3,47	4,75	7,33
38	86,58	78,95	2,13	3,16	2,12	3,75
39	69,04	74,26	2,41	3,08	1,96	3,08
40	88,76	63,03	3,11	2,88	3,06	2,41
41	71,86	60,54	2,65	3,81	1,78	3,39
42	70,34	63,56	2,82	2,81	2,21	2,44
43	77,82	68,34	2,4	2,71	1,61	2,34
44	79,47	68,97	2,66	2,84	1,83	2,74
45	95,85	71,34	3,72	4,13	7,08	5,29
46	68,49	85,11	3,01	2,67	1,78	2,28
47	67,42	67,11	3,33	3,3	2,68	2,81
48	87,98	72,11	2,62	3,15	1,95	2,50
49	77,82	76,24	2,7	2,13	2,35	1,58
50	81,08	71,86	2,72	2,98	2,29	3,03
51	83,1	80,11	2,56	2,4	1,81	2,35
52	75	63,56	2,7	11,36	1,84	-4,44
53	84,63	87,59	2,62	2,58	2,5	1,8
54	81,63	86,71	3,43	2,6	5,0	2,5
55	71,43	76,82	3,21	3,03	2,02	2,78
56	61,6	57,42	2,96	2,66	2,38	1,8
57	99,34	64,72	3,18	3,15	3,33	3,57

Tabelle VI

Mittelwerte, Streubreite und Signifikanz herzdynamischer Zeitwerte vor und nach einem Kreislauftraining.

	D	S	A	UZ	DAZ	F	S/A
Alters- klassen							
Gesamt- kollektiv							
x	424,684	265,386	87,246	53,228	34,018	79,275	3,16
y	492,316	274,018	85,482	53,321	31,857	72,416	3,45
s	108,427	24,836	16,387	6,682	15,873	13,24	0,726
s _x							
s _y	117,241	18,337	15,427	5,02	15,515	11,876	1,291
f _x	1,903	0,436	0,287	0,117	0,278	0,232	0,013
f _y	2,057	0,327	0,275	0,09	0,277	0,208	0,023
Signif.	++	+				++	
11-45							
x	424,222	270,946	82,676	53,459	29,216	76,479	3,393
y	501,432	278,784	79,973	53,944	25,622	71,398	3,589
s	110,769	23,419	14,93	7,221	14,248	11,442	0,741
s _x							
s _y	116,379	17,261	13,039	5,025	12,77	11,29	0,696
f _x	3,077	0,633	0,404	0,195	0,385	0,327	0,02
f _y	3,145	0,467	0,352	0,14	0,345	0,305	0,019
Signif.	++					+	

Tabelle VI (Fortsetzung)

		D	S	A	UZ	DAZ	F	S/A
Altersklassen								
46-80	x	408,1	255,1	95,7	52,8	42,9	80,411	2,729
	y	475,45	264,737	96,211	52,2	44	72,62	3,193
	s x	73,497	24,642	15,915	5,699	15,165	10,863	0,461
	s y	119,955	17,143	14,258	4,938	13,182	10,877	1,971
	f x	3,675	1,232	0,796	0,285	0,758	0,543	0,023
	f y	5,998	0,902	0,682	0,247	0,694	0,572	0,099
	Signif.	+					+	
31-40	xx	447,333	280,632	79,684	53,737	25,947	75,492	3,62
	y	523,579	283,316	78,632	53,056	24,737	67,454	3,701
	s x	85,125	20,023	12,902	7,709	11,287	8,717	0,416
	s y	94,352	15,571	11,903	4,659	11,416	6,628	1,632
	s x	4,729	1,054	0,679	0,406	0,594	0,484	0,036
	f y	4,966	0,82	0,626	0,259	0,601	0,368	0,037
	Signif.	+					++	

Tabelle VI (Fortsetzung)

Alters- klassen		D	S	A	UZ	DAZ	F	S/A
41-50	x	397,103	256,793	91,207	52,897	38,31	80,227	2,873
	y	475,655	268,724	88,571	53,414	35,107	74,322	3,595
	s	104,824	20,323	14,742	6,085	14,238	10,792	0,416
	s x							
	s y	123,077	16,724	14,216	4,8	14,67	12,06	1,632
	f x	3,615	0,701	0,508	0,21	0,491	0,4	0,014
	f y	4,244	0,577	0,508	0,166	0,524	0,416	0,056
	Signif.	++	+				+	
51-60	x	403,714	251,286	98	52,143	45,857	81,661	2,654
	y	462,571	260,333	95,286	51,143	44,143	72,448	2,762
	s	89,155	31,547	19,511	6,466	17,771	14,422	0,601
	s x							
	s y	151,691	13,706	21,022	5,46	16,817	13,405	0,656
	f x	12,736	4,507	2,787	0,924	2,539	2,06	0,086
	f y	21,691	2,284	3,003	0,78	2,402	2,34	0,094
	Signif.							

Tabelle VII

Mittelwerte des diastolischen und systolischen Blutdrucks, des Schlagvolumens und der Quotienten D/A+S und pd/DAZ.

		P _s	P _d	V _s	D/A+S	pd/DAZ
Altersklassen						
Gesamtkollektiv	x	141,719	92,632	79,551	1,196	3,992
	y	152,719	105,088	88,146	1,371	6,184
11-45	x	137,583	90,676	79,363	1,215	4,7
	y	149,054	101,892	87,78	1,389	8,216
46-80	x	146	96,25	79,901	1,159	2,682
	y	157,368	111	88,824	1,337	2,423
31-40	x	135,947	87,632	83,266	1,283	4,333
	y	150,789	102,368	91,101	1,443	5,613
41-50	x	142,5	94,31	77,014	1,132	2,937
	y	154,655	106,724	85,900	1,327	3,843
51-60	x	148,571	97,857	85,69	1,151	2,755
	y	146,667	106,429	92,328	1,319	2,838

Die prozentualen Veränderungen der angeführten Parameter

Einheitlich ist die Zunahme der Mittelwerte aller Altersklassen für die Pulsperiodendauer, die Diastolendauer, die Austreibungszeit sowie den Quotienten S/A .

Mit 11,25 % ist die Zunahme der Pulsperiodendauer in der Gruppe der 51 bis 60-jährigen am größten; darauf folgen mit 10,6 % die 31 bis 40-jährigen, mit 9,7 % die über 46-jährigen, mit 8,7 % das Gesamtkollektiv und schließlich die Gruppen der 41 bis 50-jährigen und der 11 bis 45-jährigen mit 7,35 bzw. 6,7 %.

Bei der Veränderung der Diastolendauer ist mit 19,3 % der Zuwachs in der Gruppe der 41 bis 50-jährigen am stärksten. Mit 18,2 % folgen die 11 bis 45-jährigen, mit einem Anstieg von von 17 % die 31 bis 40-jährigen. In der Gruppe der über 46-jährigen Kurteilnehmer errechneten wir eine Zunahme der Diastolendauer um 16,5 %. Die geringsten Veränderungen zeigten das Gesamtkollektiv und die Gruppe der 51 bis 60-jährigen mit einer Verlängerung der Diastolendauer um 15,9 bzw. 14,6 %.

In kleinerem Spielraum bewegen sich die prozentualen Veränderungen der Austreibungszeit. Auch hier ist mit einer Zunahme von 4,44 % die größte Abweichung in der Gruppe der 41 bis 50 Jahre alten Männer zu beobachten; darauf folgen mit 3,78 % die über 46-jährigen, mit 3,58 % die 51 bis 60-jährigen, mit 3,3 % das Gesamtkollektiv und mit 2,8 % die Gruppe der 11 bis 45-jährigen. Der geringste Zuwachs zeigte sich mit 0,96 % in der Gruppe der 31 bis 40-jährigen.

Die Anspannungszeit nahm nur in einer Gruppe, und auch da geringfügig, zu, und zwar bei den über 46-jährigen um 0.52 %. Alle anderen Altersklassen wiesen eine Abnahme der Anspannungszeit auf. In der Gruppe der 11 bis 45-jährigen fiel sie um 3,26 %, in der der 41 bis 50-jährigen um 2,88 % und bei den 51 bis 60-jährigen ging sie um 2,76 % zurück. Auch beim Gesamtkollektiv und bei den 31 bis 40-jährigen zeigte sich eine Abnahme der Anspannungszeit um 1.95 bzw. 1.32 %.

Beträchtliche Veränderungen sind beim Quotienten S/A festzustellen. So liegt hier der höchste Wert bei 18.2 % Zunahme in der Gruppe der 41 bis 50-jährigen, während die 31 bis 40-jährigen mit 2,24 % den geringsten Zuwachs aufweisen. Dazwischen liegen die über 46-jährigen mit 17 % Zunahme, das Gesamtkollektiv mit einem Anstieg von 9.2 %, die 51 bis 60-jährigen mit 4.8 % und schließlich die Gruppe der 11 bis 45-jährigen mit einem Zuwachs von 5.9 %.

Unterschiedlich sind die Mittelwerte der Druckanstiegszeit. Eine Gruppe, nämlich die der über 46-jährigen zeigt eine Zunahme um 2.56 %, alle anderen Gruppen haben eine Abnahme zu verzeichnen, die von 12,3 % bei den 11 bis 45-jährigen bis zu 3,92 % in der Gruppe der 51 bis 60 Jahre alten Personen reicht. Bei den 41 bis 50-jährigen nimmt die Druckanstiegszeit um 8.35 % ab, im Gesamtkollektiv um 6.18 % und bei den 31 bis 40-jährigen um 4.6 %.

Die Umformungszeit nahm in drei Gruppen zu, in drei Gruppen ab. Eine Zunahme beobachteten wir bei den 41 bis 50-jährigen, wo sie mit 0.95 % am höchsten war, bei den 11 bis 45-jährigen (0.75 %) und im Gesamtkollektiv mit 0.19 %. Die Abnahme der Umformungszeit zeigte sich mit

1.92 % am deutlichsten in der Gruppe der 51 bis 60-jährigen, während sie bei den über 46-jährigen und 31 bis 40-jährigen mit 1.14 bzw. 1.12 % fast gleich groß war.

Betrachtet man die drei Gruppen von 31 bis 40, von 41 bis 50 und 51 bis 60 Jahren, die mit Ausnahme von zwei Männern alle Kurteilnehmer enthielten, so zeigen sich die stärksten Veränderungen der D, S, A, DÄZ und des Quotienten S/A in der Gruppe der 41 bis 50-jährigen. Diese umfaßt allerdings mit 29 Teilnehmern den größten Teil der untersuchten Personen und enthält mit nur vier Männern aus der Leistungsgruppe I gegenüber 14 aus der Leistungsgruppe II und 11 aus der Leistungsgruppe III den größten Teil Untrainierter.

Mit Ausnahme der Frequenzabnahme und der Verlängerung der Diastolendauer sind die Änderungen der Zeitwerte bei den 31 bis 40-jährigen relativ gering und liegen für S, A und S/A sogar unter denen der Gruppe der 51 bis 60-jährigen Kurteilnehmer.

Überraschend ist auch, daß der Rückgang der Frequenz bei den 51 bis 60-jährigen am ausgeprägtesten war (Tabelle VIII)

Tabelle VIII

Prozentuale Veränderungen der mittleren herzdynamischen Zeitwerte unter dem Einfluß einer Kreislauftrainingskur.

	Gesamt- kollektiv	11- 45	46 - 80	31 - 40	41 - 50	51 - 60
f	- 8.7 %	- 6.7 %	- 9.7 %	-10.6 %	- 7.35%	-11.25%
D	+15.9 %	+18.2 %	+16.5 %	+17.0 %	+19.3 %	+14.6 %
S	+ 3.3 %	+ 2.8 %	+ 3.78%	+ 0.96%	+ 4.44%	+ 3.58%
A	- 1.95%	- 3.26%	+ 0.52%	- 1.32%	- 2.88%	- 2.76%
S/A	+ 9.2 %	+ 5.9 %	+17.0 %	+ 2.24%	+18.2 %	+ 4.8 %
DAZ	-66.18%	-12.3%	+ 2.56%	- 4.6 %	- 8.35%	- 3.92%
UZ	+ 0.19%	+ 0.75%	- 1.14%	- 1.12%	+ 0.95%	- 1.92%

Abschließende Wertung

Wir haben schon bei der Diskussion der Anspannungszeit darauf hingewiesen, daß sich unsere Ergebnisse nicht ohne weiteres mit den an Leistungs- und Dauersportlern gemessenen vergleichen lassen. Verschiedene Trainingsdauer und -intensität seien hier als die Gründe genannt, welche die unterschiedlichen Situationen meist verursachen.

Während sportliches Training beim Hochleistungssportler immer individuell dosiert ist, übten die von uns untersuchten Kurteilnehmer alle in gleicher Weise nach dem selben Programm, obwohl ihre Leistungsfähigkeit sicher unterschiedlich war. Die Leistung nimmt nach MELLEROWICZ nicht parallel zum steigenden Trainingsmaß zu, sondern das Verhältnis vermindert sich stetig. Der Trainierte benötigt also immer mehr Training, wenn er seine Leistung weiter steigern will. So ist es auch zu verstehen, daß sich bei unseren Untersuchungen in der Gruppe der 31 bis 40-jährigen nicht der erwartete große Trainingseffekt einstellte, da sich die Personen dieser Altersklasse schon zu Beginn der Kur in einer relativ guten körperlichen Verfassung befanden, was auch die verhältnismäßig hohen Ausgangswerte zeigen.

ROSSKAMM und REINDELL sind bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, daß es bei kurzer Trainingsdauer und geringer Trainingsbelastung zwar zu einer vegetativen Gesamtumstellung des Herz- und Kreislaufsystems bei gleichzeitiger Senkung der Ruhepulsfrequenz kommt. Erst bei Zunahme der Belastungsintensität und -dauer stellt sich jedoch eine Leistungssteigerung und Ökonomisierung der Herzarbeit ein. Die Tatsache, daß bei 43 der von

uns untersuchten Personen (75.4%) eine Frequenzabnahme zu beobachten war, kann als Zeichen für eine Verschiebung der vegetativen Ausgangslage in Richtung auf eine vermehrte parasympathicotone Einstellung gelten.

Überraschend ist jedoch, daß wir bei 10 Personen am Ende der Kur Werte feststellten, die auf eine ökonomischere Herzarbeit hinwiesen. Mit verlängerter Diastolendauer und Pulsperiodendauer, Austreibungs- und Anspannungszeit hat sich hier eine Richtungsänderung vollzogen, die wir nach ROSSKAMM und REINDELL noch gar nicht erwarten konnten, die jedoch bereits auf eine beginnende Herzvergrößerung (MELLEROWICZ) hinweist.

Ein Grund dafür, daß sich bei 13 Kurteilnehmern die erwartete Verlangsamung der Ruhepulsfrequenz nicht einstellte, mag in einer überwiegenden Sympathikotonie dieser Teilnehmer außerhalb der Kur liegen; auf diese Schwierigkeit hat bereits HEINECKER hingewiesen. Möglicherweise stellte sich aber die Senkung der Pulsfrequenz erst in den auf die Kur folgenden Tagen oder Wochen ein.

Ein Teilnehmer, der bei Kurende keine meßbaren Erfolge aufzuweisen hatte, kann aber dennoch einen persönlichen gesundheitlichen Gewinn aus der Kur ziehen, nämlich dann, wenn er sich entschließt, zu Hause weiterzuüben. Dagegen führt der Abbruch des Trainings auch bei verbesserter kardiopulmonaler Leistungsfähigkeit dazu, daß der Trainingseffekt in kürzester Zeit wieder verschwindet. Darauf hat schon ROSSKAMM hingewiesen, der ferner festgestellt hat, daß ein jeden dritten Tag wiederholtes Training die erworbene Leistungssteigerung erhält. PHILIPPEN beobachtete bei 50-60-jährigen, die nach einem initialen Trai-

ning von fünf Wochen Dauer weiterübten, innerhalb der nächsten vier Jahre keinen weiteren altersbedingten Leistungsrückgang mehr. Nur unter diesem Gesichtspunkt kann eine Kreislaufttrainingskur als geeignete Maßnahme der Rehabilitation oder Prävention angesehen werden.

Zusammenfassung

Bei 57 Männern mit einem Durchschnittsalter von 44 Jahren untersuchten wir das Verhalten der zeitlichen Herzdynamik nach einer sogenannten Kreislauftrainingskur, um den Effekt, der im Rahmen einer solchen Kur erzielt wird zu objektivieren. Zur Auswertung wurde das Gesamtkollektiv in verschiedene Altersklassen unterteilt.

Folgende Befunde konnten erhoben werden:

1. Die Diastolendauer war am Ende des Kreislauftrainings verlängert, und zwar am stärksten bei den 41 bis 50-jährigen; die Ruhepulsfrequenz hatte abgenommen, überraschenderweise am deutlichsten bei den 51-60-jährigen. Wir sehen darin den Ausdruck einer Ökonomisierung der Kreislaufreaktionen. Diese Tendenz konnten wir in allen Altersgruppen gleichermaßen nachweisen.
2. Die Austreibungszeit hatte bei Kurende in allen Altersklassen zugenommen, am stärksten in der Gruppe der 41 bis 50-jährigen.
3. Die Anspannungszeit hatte sich mit Ausnahme einer Altersgruppierung nur geringfügig verkürzt. Nahezu unverändert blieben auch die Mittelwerte der Umformungszeit, während die der Druckanstiegszeit etwas abgenommen haben, sieht man von der Gruppe der über 46-jährigen ab.
4. Der Quotient S/A ist einheitlich in allen Klassen nach der Übungsbehandlung vergrößert, was bereits aus den Größenänderungen der Austreibungs- und Anspannungszeit herausgelesen werden kann. Am ausgeprägtesten war der Anstieg bei den 41 bis 50-jährigen Probanden.

Die Ergebnisse weisen auf eine Verbesserung des Leistungszustandes hin, die vor allem durch eine vegetative Umstellung des Herz- und Kreislaufsystems bedingt wird.

Literaturverzeichnis

1. BECKMANN, P.: Körperliche Ertüchtigung während der Kur.
Ärztliche Praxis 13, 1295 (1961)
2. BECKMANN, P.: Frühheilverfahren für Kreislaufgeschädigte als Wiederherstellungsverfahren.
Hippokrates 32, 82 (1961)
3. BLOHMKE, M.,: Die Wirkung der "aktiven Übungsbehandlung" auf die Herz- und Kreislaufreaktion gesunder Männer in Ruhe und während Belastung.
O. STELZER,
H. STUMPF,
Z. Kreislaufforsch. 55, 329 (1966)
4. BOROS, J.V.: Klinisches über das hypertrophische Herz.
Med. Welt 20, 376 (1951)
5. BLUMBERGER, K.-J.: Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen.
Arch. Kreislaufforsch. 6, 203 (1940)
6. BLUMBERGER, K.-J.: Möglichkeiten und Grenzen der Herzfunktionsprüfung mittels der Untersuchung der Herzdynamik.
5. Freiburger Symposion, Springer-Verlag (1958)
7. BLUMBERGER, K.-J.: Die Untersuchung der Leistungsfähigkeit des Herzens.
Klin. Wschrft. 825 (1940)
8. BLUMBERGER, K.-J.: Was sagt das Größenverhältnis S/A über die Arbeit des Herzens aus.
Klin. Wschrft. 681 (1941)
9. BLUMBERGER, K.-J.: Einfluß der Herzglykoside auf die Herzdynamik.
Verh. dt. ges. inn. Medizin 148 (1964)
10. BLUMBERGER, K.-J.: Funktionsprüfung des Herzens.
Med. Welt 20, 379 (1951)

11. BÜRGER
WEZLER und
BÖGER
in H. MELLEROWICZ:
Vergleichende Untersuchungen über
das Ökonomieprinzip in Arbeit und
Leistung des trainierten Kreis-
laufs und seine Bedeutung für die
präventive und rehabilitative Medi-
zin.
Arch. Kreislaufforschg. 24, 70
(1956)
12. CAVALLI-SFORZA,
L. :
Biometrie, G. Fischer Verlag,
Stuttgart 1969
13. CURETO, N.:
in H. MELLEROWICZ:
Vergleichende Untersuchungen über
das Ökonomieprinzip in Arbeit und
Leistung des trainierten Kreis-
laufs und seine Bedeutung für die
präventive und rehabilitative Medi-
zin.
Arch. Kreislaufforschg. 24, 70
(1956)
14. DREWS, A. :
FRITZE, E.
Training und körperliche Leistungs-
fähigkeit Älterer Menschen.
MüncheMed. Wschr. 108, 189 (1966)
15. EMMRICH, J. :
H. KLEPZIG,
H. REINDELL
Zur Frage der klinischen Bedeutung
einer Unterteilung der Anspannungs-
zeit des linken Ventrikels in Um-
formungszeit und Druckanstiegszeit.
Arch. Kreislaufforschg. 24, 177
(1956)
16. FRICK, H.M.:
A.KONTTINEN
H.S.S. SARAJAS
Effects of physical training on
circulation at rest and during
exercise
Amer. J. Cardiol. 12, 142 (1963)
17. HEINECKER, R.:
K.-E. ZIPF,
H.-W. LÖSCH
Über den Einfluß körperlichen Train-
ings auf Kreislauf und Atmung.
Z. Kreislaufforschg. 49, 913 (1960)
18. HERKHEIMER, .:
in H. MELLEROWICZ:
Vergleichende Untersuchungen über das
Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung
des trainierten Kreislaufs und seine
Bedeutung für die präventive und re-
habilitative Medizin.
Arch. Kreislaufforschg. 24, 70 (1956)

19. HOLLDACK, K.: Die Bedeutung der Umformungszeit und der Druckanstiegszeit für die Herzdynamik.
Dtsch. Arch. klin. Med. 198, 71 (1951)
20. HOLMGREN A.,:
F. MOSSFELDT
T. SJÖSTRAND
G. STRÖM Effect of training on work capacity, total hemoglobin, blood volume, heart volume and pulse rate in recumbent and upright positions.
Act. physiol. Scand. 50, 72 (1960)
21. JUNGSMANN, H.: Individuelle Klimatherapie. Kreislaufanalysen bei Erfolgen und Mißerfolgen einer Kurbehandlung.
Dtsch. med. Wschr. 78, 98, 134 (1953)
22. KANN, J.;
H. VALENTIN Bewegungstherapie bei Herz- und Kreislaufkrankheiten.
Therapiewoche 15, 381 (1965)
23. KIRCHHOFF, H.-W.: "Interne" Übungsbehandlung bei Krankheiten des Herzens und der Gefäße.
Münch. Med. Wschr. 105, 1806 (1963)
24. KIRCHHOFF, H.-W.: Über den kindlichen Kreislauf.
Erg. inn. Med. 5, 156, 1954
25. LANG, E.: Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kontraktionsphasen des Herzens.
Z. Kreislaufforsch. 54, 497 (1965)
26. LANG, E.:
H. BRAMMER Die zeitliche Herzdynamik unter dem Einfluß körperlicher Belastung bei Herzgesunden.
Z. Kreislaufforsch. 58, 715 (1969)
27. MAAS, H.: Über ein Verfahren zur Messung der Anspannungs- und Austreibungszeit beim Menschen.
Z. Kreislaufforsch. 38, 228 (1949)
28. MEINERS, S.: Meßmethoden zur Analyse der Herz- und Kreislaufdynamik, in:
BLUMBERGER, K.-J., WEBER, A.:
1. Freiburger Colloquium für Kreislaufmessungen, Banaschewski Verlag, München 1958, S. 84

29. MELLEROWICZ, H.: Vergleichende Untersuchungen über das Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung des trainierten Kreislaufs und seine Bedeutung für die präventive und rehabilitative Medizin.
Arch. Kreislaufforschg. 24, 70 (1956)
30. MELLEROWICZ, H.: Die Leistungsentwicklung des Jugendlichen.
Juventa München (1965)
31. MILLAHN, H.-P.: Die Kontraktionsphasen des jugendlichen Herzens und ihre Beziehungen zur Hämodynamik.
Z. Kreislaufforschg. 53, 178 (1964)
32. MUSSHOFF, K.:
H. REINDELL,
H. KLEPZIG,
H.-W. KIRCHHOFF
Herzvolumen, Schlagvolumen und körperliche Leistungsfähigkeit.
Cardiologia 31, 359 (1957)
33. NAUGHTON, J.:
F. NAGLE
Peak Oxygen Intake During Physical Fitness Program for Middle-Aged Men
J. Amer. med. Ass. 191, 899 (1965)
34. PHILIPPEN, R.: Herz- und Kreislauftraining durch Sport im mittleren und höheren Alter.
Med. Klinik 64, 2129 (1969)
35. REINDELL, H.:
H. KLEPZIG
Untersuchungen über die Anspannungs- und Austreibungszeit des Herzens bei Herzmuskelschädigung und bei veränderter Kreislaufregulation.
Z. Kreislaufforschg. 38, 129 (1949)
36. REINDELL, H.:
E. SCHILDGE,
H. KLEPZIG,
H.-W. KIRCHHOFF
Kreislaufregulation.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, (1955)
37. RENEMANN, H.:
L. DIKMEIER
Änderung der Herzvolumina bei vegetativ gestörten unter Terrainkur und ihre Darstellung in einem Verlaufsdiagramm.
Z. Kreislaufforschg. 56, 623 (1967)

38. ROSSKAMM, H.:
N. BRANDTS
H. REINDELL
Zur Trainierbarkeit der Herz-
und Kreislaufleistungsfähig-
keit in Abhängigkeit von Al-
ter und Geschlecht.
Cardiologia 48, 441 (1966)
39. ROSSKAMM, H.:
H. REINDELL
M. MÜLLER
Herzgröße und ergometrisch ge-
testete Ausdauerleistungsfä-
higkeit bei Hochleistungssport-
lern aus 9 deutschen National-
mannschaften.
Z. Kreislaufforschg. 55, 2 (1966)
40. SABISTON, D.-C.:
D. GREGG
Effect of Cardiac Contraction
on Coronary Blood Flow
Circulation 15, 14 (1957)
41. SACHS, L.:
Statistische Auswertungsmetho-
den.
Springer-Verlag, Berlin-Heidel-
berg-New-York (1969)
42. SCHMIDT, G.:
Körperbelastung und Koronar-
krankheit.
Münch. Med. Wschr. 107, 894 (1965)
43. SCHMIDT, F.-L.:
Bewegungstherapie bei Koronar-
kranken.
Med. Klinik 64, 2135 (1969)
44. SCHMIDT-KESSEN, W.:
W. GROH
W. GROSS
Ergebnisse eines Vergleiches von
gymnastischen und Kneipp-Kuren
bei vegetativer Dystonie.
Ärztl. Forschg. 18, 347 (1964)
45. STERNITZKE, N.
K.-J. BLUMBERGER
Die Herzdynamik bei Vorhof-
flimmerarrhythmie.
Verh. dt. Ges. inn. Med.
70, 179 (1964)
46. STOLLREITER, H.:
Die physikalische Schlagvolumen-
bestimmung und ihre Brauchbar-
keit als klinische Herz- und
Kreislauffunktionsprüfung.
Arch. Kreislaufforschg. 16, 174
(1950)

47. STOLLREITER, H. Austreibungszeit und Schlagvolumen
als Gradmesser der Leistungsbreite
des Herzmuskels.
Dt. Arch. Klin. Med. 198, 526
(1951)
48. TABAKIN, B. S.: Effects of physical training on
J.S. HANSON the cardiovascular and respiratory
A.M. LEVY response to graded upright exer-
cise in distance runners.
Brit. Heart J. 27, 205 (1965)

Lebenslauf

Am 25. März 1947 wurde ich, Herbert Galster, als Sohn des Ingenieurs Heinrich Galster und seiner Ehefrau Grete, geb. Seuberth, in Nürnberg geboren.

Von 1953 bis 1957 besuchte ich die Holzgartenschule in Nürnberg. 1957 wechselte ich in die Martin-Behaim-Oberrealschule in Nürnberg über und legte dort am 19. Juli 1966 die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Am 10. Februar 1968 heiratete ich in Stadtsteinach die Krankenschwester Christine Jungkunst.

Die ärztliche Prüfung bestand ich am 2. August 1972.

Herbert Galster

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990